

CUSTO DE TRANSPORTE DO LODO DE ESGOTO PARA VIABILIDADE NO USO AGRÍCOLA¹

NÚRIA ROSA GAGLIARDI QUINTANA²; OSMAR DE CARVALHO BUENO³ & WANDERLEY JOSÉ DE MELO⁴

RESUMO: O custo de transporte é o fator mais limitante para a reciclagem agrícola do lodo de esgoto. Neste trabalho comparou-se os custos de transporte do lodo entre a Estação geradora e as fazendas de aplicação, com a economia gerada pela substituição do adubo industrial por este biofertilizante. Para calcular o custo de transporte, adaptou-se metodologia consagrada. O valor agregado ao material foi calculado através do método de mercados de bens substitutos, utilizando-se os preços vigentes em outubro de 2009 para Superfosfato Simples, Sulfato de Amônia e Cloreto de Potássio. De acordo com os resultados, o valor agregado ao lodo de esgoto calculado foi de R\$ 102,47. O frete para cada tonelada de lodo de esgoto produzido na Estação de Tratamento de Franca é de R\$11,84 para distância de 25 km, que é a distância média entre a Estação e as fazendas da região. Como o valor agregado ao lodo é superior ao custo de seu transporte, este se torna compensador.

Palavras-chave: Biossólido, reciclagem agrícola, bens substitutos, frete, avaliação econômica.

¹ Parte da tese de doutorado do 1º autor intitulada: Análise energética da produção, carregamento e transporte do lodo de esgoto

² Aluna do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Energia na Agricultura – FCA/UNESP, Botucatu/SP, Brasil. e-mail: nuriargquintana@yahoo.com.br

³ Orientador e docente do Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial – FCA/UNESP, Botucatu/SP, Brasil. E-mail: osmar@fca.unesp.br

⁴ Co-orientador e docente do Departamento de Tecnologia – FCAV/UNESP, Jaboticabal/SP, Brasil. e-mail: wjmelo@fcav.unesp.br

TRANSPORTATION COSTS OF SEWAGE SLUDGE FOR AGRICULTURAL USE VIABILITY

SUMMARY: *Transportation cost is the most limiting factor for agricultural recycling of sewage sludge. Thus, this study compared transport costs savings generated by the substitution of chemical fertilizers by sewage sludge. To calculate the transportation cost, has adapted the methodology laid down. The added value of the material was calculated by the method of substitute goods markets, using the prices prevailing in October 2009 for Single Super Phosphate, Ammonium Sulphate and Potassium Chloride. According to the results, the value added to sewage sludge was R\$ 102.47. The freight for each ton of sewage sludge from Sewage Treatment Plant Franca was R\$ 11.84 for a distance of 25 km, which is the average distance between the station and farms. As the value added to the sludge exceeds the cost of transporting it, it becomes worthwhile.*

Keywords: *Bio solid, agricultural recycling, substitute goods, freight, economic assessment.*

1 INTRODUÇÃO

O tratamento das águas servidas com o objetivo de permitir o seu retorno ao ambiente, gera o lodo de esgoto e conseqüentemente outro problema, que é a sua destinação adequada. Se depositado em aterros sanitários, proporciona risco de contaminação de solos e lençóis freáticos, o que gera gastos na sua manutenção. Entre as opções disponíveis, a utilização agrícola como fertilizante propõe a transformação desse resíduo em um produto comercial. A utilização de lodo de esgoto como biofertilizante e condicionador de solos, permite ganhos ao produtor, através do aumento da produtividade das culturas e redução do uso de fertilizantes minerais, com ganhos para os geradores de lodo, pela efetivação de métodos adequados e mais econômicos de disposição final desse resíduo. (GUEDES et al., 2006).

Contudo, o custo com transporte e distribuição do lodo de esgoto no solo é o fator mais limitante para viabilizar economicamente a reciclagem agrícola deste resíduo (ANDREOLI et al., 1999; BETTIOL & CAMARGO, 2000), principalmente quando se trata da aplicação em áreas distantes das ETEs geradoras, devido ao alto teor de umidade, o que significa pagamento para transporte de água (MELO et al., 2001). Dessa forma, a vantagem inicial do lodo de esgoto como fertilizante é limitada pela distância de transporte do material entre a ETE fornecedora e o local de aplicação do material (SILVA et al., 2002).

O transporte, além do carregamento e da estocagem de lodo de esgoto, é de responsabilidade da Unidade Geradora de Lodo. Tais procedimentos são regulamentados pelo Artigo 19 da Seção VIII da Resolução nº- 359 do CONAMA que diz: "A UGL (Unidade geradora de Lodo) é responsável pelo procedi-

mento de carregamento e transporte do lodo de esgoto ou produto derivado, devendo respeitar o disposto no Anexo VII desta Resolução.”.

Alguns autores defendem que a distância máxima de transporte do lodo deve ser igual a sua capacidade fertilizadora, o que compensaria o valor do frete e esclarecem que para aumentar a área de abrangência de distribuição do material, existe a possibilidade de remoção do excesso de água, visto que para o mesmo volume de carga transportam-se mais nutrientes.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho é comparar os custos de transporte do lodo com a economia gerada pela possibilidade de substituição, ainda que parcial, do adubo industrial por este biofertilizante.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Objeto de estudo

Em funcionamento desde março de 1998, a estação de tratamento de esgotos de Franca ocupa uma área de 20 hectares localizada junto à margem esquerda do córrego dos Bagres, próximo à Rodovia Cândido Portinari, no município de Franca. Opera com 70% de sua capacidade, e atende aproximadamente 80% da população dessa cidade. Os esgotos afluentes à ETE de Franca são predominantemente domésticos, sendo desprezível a contribuição industrial (VANZO et. al, 2000).

De acordo com os mesmos autores, em outubro de 1999, a estação recebeu o registro de estabelecimento produtor de insumo agrícola pelo Ministério da Agricultura e do Abastecimento, devido ao lodo de esgoto produzido, classificado pelo Ministério da Agricultura como condicionador de solo, com a denominação comercial de Sabesfértil, registrado sob o número SP-09599 00001-0. No entanto, com a Resolução nº- 359 do CONAMA, de 29 de agosto de 2006, o lodo gerado nessa Estação, deixou de ser considerado insumo agrícola.

2.2. Valor agregado ao lodo de esgoto

O preço dos fertilizantes contidos em uma tonelada de lodo de esgoto e conseqüentemente economizados com a aplicação do biofertilizante pagaria o transporte do material entre a ETE geradora e as lavouras de aplicação daquela região (Franca/SP).

Assim, através do método de mercado de bens substitutos calculou-se o valor agregado ao lodo de esgoto em estudo pelas quantidades de fósforo, nitrogênio e potássio, contidas em uma tonelada deste material (QUINTANA et al., 2009). Uma tonelada de lodo de esgoto produzido pela ETE de Franca for-

nece 79,1kg de N, 10,6kg de P₂O₅ e 0,63kg de K₂O (base seca) e contém ainda outros macronutrientes, tais como cálcio, magnésio e enxofre (QUINTANA, 2010).

Os insumos cotados para fontes desses nutrientes foram Superfosfato Simples, Sulfato de Amônia e Cloreto de Potássio, por serem estes os fertilizantes químicos mais adotados para a fertilização na agricultura, e cujos preços estão disponíveis na Revista Informações Econômicas do Instituto de Economia Agrícola (IEA) da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo (SAASP). Os preços utilizados foram de outubro de 2009.

2.3. Custo de transporte

Para calcular o custo de transporte, adaptou-se a metodologia aplicada por Silva et. al (2007).

Assim, tem-se:

$$CT = (Pf \times Cap^{-1}) \times 2D$$

em que:

CT = custo de transporte (US\$);

Pf = fator indicativo do preço médio do frete no mercado por km (US\$/km);

Cap = capacidade de carga (transporte) do caminhão (m³); para este estudo, a capacidade de carga do caminhão foi medida em tonelada (t);

2 = distância multiplicada por 2, pois considera a viagem de ida e volta;

D = distância (km).

O valor médio do frete no mercado nacional em outubro de 2009 foi de R\$ 3,79/km para distância percorrida de até 200 km (ESALQ-LOG, 2009).

Por fim, compararam-se os custos de transporte com a economia gerada pela substituição do adubo químico pelo biofertilizante.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a fórmula tem-se:

CT = custo de transporte (R\$);

Pf = preço médio do frete por km (R\$) = 3,79/km

Cap = capacidade de carga do caminhão em estudo (t) = 16 t

2 = distância multiplicada por 2, pois considera a viagem de ida e volta;

$D = \text{dist\~{a}ncia (km)} = 25 \text{ km}$

$CT = \{Pf \text{ (R\$/km)} \times Cap^{-1}(t)\} \times 2D \text{ (km)}$

$CT = (3,79 \times (16)^{-1}) \times 2 \times 25$

$CT = \text{R\$ } 11,84/t$

Como o custo com transporte pode limitar a reciclagem agrícola do lodo de esgoto, defende-se que o valor do frete deve ser igual à capacidade fertilizadora do lodo de esgoto, e seu correspondente químico. Com esse intuito, foi montada a Tabela 1.

Tabela 1 - Quantidades em massa, energia e preço de N, P₂O₅ e K₂O fornecidos por um caminhão com capacidade de carga de 16 toneladas.

	Massa (kg)	Preço (R\$)
Lodo	1,6.10 ⁴	---
N	1.265,60	1.506,06
(P ₂ O ₅)	169,60	113,63
(K ₂ O)	10,08	19,86
Total	1.445,28	1.639,55

Fonte: Dados de pesquisa (2009).

De acordo com a Tabela 1 observa-se que um caminhão com capacidade de carga de 16 toneladas transporta aproximadamente 1,27 toneladas de nitrogênio, 170 quilos de fósforo e 10 quilogramas de potássio. Essa quantidade total de fertilizante industrial custa o equivalente a R\$ 1.639,55; dividindo esse valor por 16 (que à capacidade de carga do caminhão), observa-se que cada tonelada de lodo de esgoto carrega consigo R\$102,47 em fertilizantes industriais na forma de N, P₂O₅ e K₂O.

Correa et al.(2001) ao valorarem biossólidos como fontes de nitrogênio, fósforo e matéria orgânica através do método de mercado de bens substitutos, concluíram que o valor do lodo fresco atingiu R\$22,00/tonelada. A secagem a calor foi a que mais agregou valor ao lodo fresco, atingindo R\$158,60/tonelada. Pelo mesmo método, Quintana et al. (2009) também valoraram o lodo de esgoto como fonte de nitrogênio, fósforo e potássio e concluíram que o valor do lodo era equivalente a R\$282,89.

Contrastando os dados da Tabela 1 e da Equaao 1, pode-se afirmar que para o caso em estudo, o transporte do lodo de esgoto é vantajoso, pois o custo deste (R\$11,84 por tonelada de lodo) é quase dez vezes inferior ao preço em fertilizantes que o lodo oferece (R\$102,47).

Além disso, Trannin et al. (2005) mostram que na gestão adequada dos resíduos, para manter o lodo de esgoto em aterros sanitários, além dos gastos com transporte, uma ETE desembolsa cerca de R\$100,00 por tonelada do produto, custo bastante elevado quando comparado ao valor do frete na época (R\$0,15 t⁻¹.km⁻¹), sugerindo que este poderia ser subsidiado pela ETE geradora até as fazendas de aplicação.

4 CONCLUSÕES

Para as condições desse estudo, conclui-se que:

- O valor agregado a cada tonelada de lodo de esgoto é de R\$102,47.
- O frete para cada tonelada de lodo de esgoto produzido na ETE de Franca é de R\$11,84 a cada 25 km, que é a distância média entre a Estação em estudo e as fazendas de aplicação deste material.
- O transporte do lodo é compensador, pois o preço da quantidade de fertilizantes por ele oferecida é maior do que o preço de seu frete.

Os resultados encontrados, embora sejam bons indicadores, devem ser empregados com cautela, visto serem provenientes de dados experimentais e valores monetários dependentes da variação dos preços relativos dos insumos e produtos.

5 REFERÊNCIAS

ANDREOLI, C. V.; LARA, A. I.; FERNANDES, F. **Reciclagem de biossólidos**: transformando problemas em soluções. Curitiba: Sanepar; Finep, 1999. 288p.

BETTIOL, W.; CAMARGO, O. A. **Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2000. 312p.

BRASIL, Conselho Nacional do Meio Ambiente, **CONAMA. Resolução N°359** de 29 de agosto de 2006. Define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências. Diário Oficial da União.

CORRÊA, R.S. & CORRÊA, A.S. Valoração de biossólidos como fertilizantes e condicionadores de solos. **Sanare**, Curitiba, v.16, n. 2, p 49-56, 2001.

GUEDES, M. C., ANDRADE, C. A. de, POGGIANI F., MATTIAZZO, M. E. Propriedades químicas do solo e nutrição do eucalipto em função da aplicação de lodo de esgoto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 30:267-280, 2006.

ESALQ-LOG. Disponível em: <log.esalq.usp.br> Acesso em outubro de 2009.

MELO, W. J.; MARQUES, M.O.; MELO, V. P. O uso agrícola do biossólido e as propriedades do solo. In: TSUTIYA, M.T., et al. **Biossólidos na Agricultura**. São Paulo: SABESP, 2001. p.289-363.

QUINTANA, N. R.G.; CARMO, M.S.DO ; MELO, W.J.DE Valor agregado ao lodo de esgoto. **Energia na Agricultura**, Botucatu, SP, v.24, n.1, p.121-129,2009.

QUINTANA, N. R. G. **Análise energética da produção, carregamento e transporte do lodo de esgoto**. 2010. 58 p. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010.

SILVA, J.E.; RESCK, D.V.S.; SHARMA, R.D. Alternativa agrônômica para o biossólido produzido no distrito federal. II – Aspectos qualitativos, econômicos e práticos de seu uso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.26, p.497-503, 2002.

SILVA, M. L. da, et al. Análise do custo e do raio econômico de transporte de madeira de reflorestamentos para diferentes tipos de veículos. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.31, n.6, p.1073-1079, 2007.

TRANNIN, I. C. B; SIQUEIRA, J.O.; MOREIRA, F.M.S. Avaliação agrônômica de um biossólido industrial para a cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, n.3, p.261-269, mar. 2005.

VANZO, J. E., MACEDO, L.S., TSUTIYA, M.T. ETE Franca: uma estação que além de tratar os esgotos, produz insumos agrícolas. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 27. 2000, PORTO ALEGRE. Anais... Porto Alegre: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2000. p.1-14.